

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 546 164**

②1 N° d'enregistrement national :

**83 08052**

⑤1 Int Cl<sup>3</sup> : C 07 C 103/52; A 61 K 37/02, 37/64.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 16 mai 1983.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : *Etablissement public dit : CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, CNRS. — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *Ladislav Robert, William Hornebeck et Elemer Moczar.*

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 47 du 23 novembre 1984.

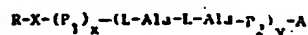
⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : *Michel Nony.*

⑤4 Nouveaux dérivés de peptides, leur préparation et leur application comme inhibiteurs de l'élastase.

⑤7 Nouveaux lipopeptides de formule :



dans laquelle  $x$  et  $y$  représentent zéro ou 1,

$R$  est le reste acyle d'un acide carboxylique à caractère hydrophobe,

$P_2$  est choisi notamment parmi les  $L-Ala$ ,  $L-Val$ ,  $L-Pro-L-Val$ , etc.,

$P_1$  représente notamment un résidu d'acide aminé ou d'oligopeptide formé de 2 à 8 aminoacides,

$X$  représente un groupement divalent jouant le rôle de bras, ou une liaison covalente directe,

et  $A$  représente la partie C-terminale (modifiée ou non modifiée) de  $-(P_1)_x-(Ala-Ala-P_2)_y$ .

Leur préparation et leur application comme inhibiteurs de l'élastase.

FR 2 546 164 - A1

On sait que l'élastine est une protéine fibreuse élastique du tissu conjonctif des vertébrés. Elle est présente dans les parois vasculaires, la peau, les poumons, les cartilages, les ligaments et d'autres tissus. L'élastine est la protéine la plus résistante de l'organisme. Par contre, sa dégradation augmente particulièrement vite dans certains états pathologiques et en général au cours du vieillissement, dans tous les tissus riches en élastine comme les parois vasculaires et le derme ; voir L. ROBERT, in "Précis de physiologie cutanée", sous la direction de J. MEYNADIER, Ed. de la Porte Verte (1980) p. 155-173.

Seules quelques protéases peuvent attaquer l'élastine. Ces protéases sont appelées des élastases ou des protéases de type élastase. De telles enzymes sont l'élastase pancréatique et les élastases cellulaires: élastases leucocytaire et plaquettaire, et élastases de macrophages, de fibroblastes et de cellules musculaires lisses artérielles.

Ces enzymes sont capables de dégrader l'élastine dans les tissus et organes mentionnés ci-dessus, et de contribuer au développement de maladies telles que l'artériosclérose, l'emphysème, l'arthrose, le diabète, et aussi au vieillissement des tissus conjonctifs de l'organisme.

L'activité des élastases est contrôlée et régulée par des inhibiteurs naturels qui sont présents d'une part dans le plasma sanguin, comme l'alpha 1-antitrypsine et l'alpha 2-macroglobuline et d'autre part dans les sécrétions tissulaires telles que les sécrétions bronchiques ; voir par exemple HORNEBECK et al : "Control of elastic tissue destruction by elastase inhibitors" in DEYL, ADAM Eds, Connective Tissue Research : Chemistry, Biology and Physiology, p. 233-246, A.R. Liss. Inc., New York 1981.

En outre, de nombreuses bactéries capables de pénétrer dans l'organisme sécrètent également des protéases élastolytiques dont l'action contribue d'une façon substantielle à leur effet pathogène.

On sait également que la progression des tumeurs malignes (cancers, sarcomes) dans l'organisme et la formation de métastases, souvent fatales pour le malade, sont aussi conditionnées par la sécrétion de protéases du type élastase; voir par exemple Biological significance of Elastase-like enzymes in Arteriosclerosis and Human breast cancer. HORNEBECK W., BRECHEMIER D., BELLON G., ADNET J.J. and ROBERT L. in: P. Straulli, A.J. Barrett, A. Baici eds. Proteinases and tumor invasion. vol 6, of ORTC Monograph series (1980) pp. 117-141, (Raven Press, New York). De telles enzymes sont capables de détruire les tissus environnants et de rendre ainsi

possible la pénétration des cellules malignes dans la circulation sanguine et de provoquer l'invasion de l'organisme par la tumeur.

Pour toutes ces raisons, il est important de pouvoir disposer d'inhibiteurs capables de contrôler l'activité des élastases.

5           Toutefois certaines de ces élastases ont une activité utile, voire indispensable, pour l'organisme, par exemple dans la digestion des bactéries phagocytées par les macrophages.

10           Il apparaît donc important de disposer à la fois d'inhibiteurs d'élastases et de protecteurs des fibres élastiques. Il apparaît encore préférable de pouvoir disposer d'inhibiteurs d'élastases qui sont capables d'agir sélectivement au niveau des fibres élastiques dont l'intégrité est indispensable pour le bon fonctionnement de l'organisme.

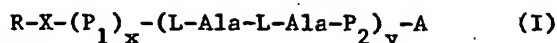
15           En effet, l'hydrolyse enzymatique de l'élastine par les élastases peut être considérée comme un facteur déterminant dans de nombreuses pathologies des tissus élastiques: artériosclérose, emphysème et certaines maladies de la peau. Dans l'organisme vivant cette protéolyse résulte d'un déséquilibre entre le taux des protéases possédant une activité élastolytique d'une part et d'autre part le taux d'inhibiteurs naturels d'origine plasmatique ou tissulaire. L'une des  
20           approches thérapeutiques qui a été envisagée dans le cas d'une déficience d'origine génétique ou fonctionnelle de ces inhibiteurs de protéases, consiste en l'utilisation d'inhibiteurs de substitution naturels (alpha 1-antitrypsine).

25           Toutefois l'utilisation d'inhibiteurs naturels présente de nombreux inconvénients parmi lesquels les coût du traitement et le risque d'accidents d'origine immunologique. D'autre part les inhibiteurs des élastases utilisés en thérapeutique animale expérimentale dans le cas de l'emphysème ont l'inconvénient de posséder une forte toxicité.

30           La présente invention a pour objet de nouveaux lipopeptides synthétiques bifonctionnels qui peuvent être considérés à la fois comme des inhibiteurs de l'activité élastolytique et des protecteurs de la fibre élastique. Ces substances sont en effet capables de reconnaître la fibre élastique et de se fixer sur elle et d'autre part de reconnaître et de neutraliser le site actif des élastases.

35           Les inhibiteurs d'élastases de l'invention présentent notamment les avantages suivants: ils ne présentent pas de caractère antigénique; ils sont biodégradables; ils ont en outre la propriété de parvenir au site de leur action et de s'y fixer.

40           La présente invention a donc pour objet de nouveaux lipopeptides de formule générale:



dans laquelle:

x et y représentent indépendamment le nombre 0 ou 1, mais ne peuvent pas être nuls simultanément ;

R représente le reste acyle d'un acide carboxylique hydrophobe tel qu'un acide carboxylique aliphatique ayant 6 à 25 atomes de carbone et pouvant renfermer éventuellement 1 à 5 doubles liaisons, d'un acide carboxylique alicyclique ayant 6 à 25 atomes de carbone, d'un acide arylcarboxylique ou d'un acide carboxylique arylaliphatique dont le groupement aryle comprend 1 à 2 cycles et dont le groupement aliphatique comprend 1 à 18 atomes de carbone, les groupements aromatiques desdits groupements aryle ou arylaliphatique étant éventuellement substitués ;

P<sub>2</sub> représente un résidu d'acide aminé ou de dipeptide, relié par son extrémité N-terminale au groupement L-Ala adjacent, choisi dans le groupe constitué par les acides aminés et dipeptides suivants :

-L-Ala-, -L-Val-, -Gly-, -L-Mét-, -L-Leu-, -L-Pro-L-Val-, -L-Pro-L-Ala-, -L-Pro-L-Phé-, -L-Pro-L-Leu-, -L-Pro-L-Mét- et -L-Pro-Gly- ;

P<sub>1</sub> (lorsque y est égal à zéro) représente un reste polypeptide à base d'acides aminés de la série L à caractère anionique choisis parmi la lysine, l'arginine et l'ornithine ;

P<sub>1</sub> (lorsque y est différent de zéro) représente un résidu d'acide aminé ou d'oligopeptide formé de 2 à 8 aminoacides de la série L, lesdits aminoacides étant choisis dans le groupe constitué par la glycine, l'alanine, la valine, la méthionine, la leucine, l'isoleucine, la proline, la phénylalanine, la sérine, la cystéine, la cystine, l'arginine, la tyrosine, l'ornithine, la lysine et l'acide glutamique,

étant entendu que P<sub>1</sub> est relié à RX- par son groupement N-terminal et que P<sub>2</sub> est relié à A par son groupement C-terminal,

Ala est la représentation conventionnelle de l'alanine,

X représente une liaison covalente directe reliant R soit le groupement N-terminal (-NH-) du premier aminoacide de P<sub>1</sub> (cas où x=1) soit au groupement N-terminal (-NH-) du premier groupement Ala représenté à gauche sur la formule I (cas où x = 0),

ou bien X est un groupement divalent ayant 2 à 10 atomes de carbone jouant le rôle de "bras" entre le groupement R et le reste de la molécule de formule I,

et A représente la partie C-terminale du peptide -(P<sub>1</sub>)<sub>x</sub>-(Ala-Ala-P<sub>2</sub>)<sub>y</sub>-A, A étant choisi parmi un groupement carboxylique -CO<sub>2</sub>H ou ses dérivés, -CHO, -CONH<sub>2</sub>, -COCH<sub>2</sub>Cl et -CH<sub>2</sub>OH.

Parmi les dérivés de formule I on citera notamment ceux pour

lesquels R représente le reste acyle d'un acide gras ayant 6 à 20 atomes de carbone tel que l'acide laurique ou l'acide oléique ou le reste d'un autre acide organique à caractère hydrophobe tel que le reste de l'acide chénodéoxycholique, de l'acide cholique, etc...; ou bien R- représente par exemple le reste acyle d'un acide phénylalcanoïque éventuellement substitué sur le noyau benzénique (par exemple par des groupements halogène, trifluorométhyle, hydroxyle ou alkyle inférieur ayant 1 à 3 atomes de carbone); lorsque X est un groupement divalent jouant le rôle de bras il s'agit par exemple d'un groupement  $-Z-(CH_2)_n-CO-$ , Z représentant  $-O-$  ou  $-NH-$ , et n étant un nombre entier variant de 5 à 20 ; le bras X peut être substitué par un ou plusieurs groupements tels que  $-OH$ ,  $-NH_2$ ,  $-COOH$ , de façon à contribuer à la solubilisation ou à permettre la dérivatisation éventuelle du composé I; de préférence l'oligopeptide que représente  $-(P_1)_x-(L-Ala-L-Ala-P_2)_y-$  lorsque y = 1 ne possède pas plus de 10 aminoacides ; étant entendu que le groupement C-terminal que représente A peut être non seulement un groupement carboxylique ou un de ses dérivés mais encore un des groupements indiqués ci-dessus.

Parmi les dérivés carboxylique de la fonction que peut représenter A, on citera notamment les esters de formule  $-CO-OY$ , Y étant un groupement aliphatique, aryle ou arylaliphatique éventuellement substitué.

Y est en particulier un groupement alkyle ayant 1 à 5 atomes de carbone ou un groupement phényle ou phénylalkyle, éventuellement substitué.

L'invention a également pour objet un procédé de préparation des composés de formule I, selon les méthodes connues de préparation des peptides et de leurs dérivés.

L'invention a en particulier pour objet un procédé de préparation des composés de formule I, caractérisé par le fait que l'on utilise comme produit de départ un composé de formule générale II

$$H-X_1-(P_1)_x-(L-Ala-L-Ala-P_3)_y-A_1 \quad (II)$$
 dans laquelle  $X_1$  a la même définition que X ou bien représente une liaison covalente directe entre H- et  $-P_1-$  ;

$P_3$  a la même définition que  $P_2$ , ou  $P_3$  représente un groupement  $-L-Pro-$ , ou bien  $P_3$  représente une liaison covalente directe entre  $A_1$  et le groupement  $-L-Ala-$  immédiatement adjacent ;

$A_1$  représente un groupement  $-CO_2H$ ,  $-CO-OY$  (Y étant défini comme précédemment),  $-CHO$  ou  $-CONH_2$  ;

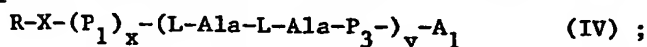
et x et y sont définis comme précédemment ;

que l'on fait réagir ledit produit de départ, éventuellement présent sous la forme d'un sel d'addition comme le chlorhydrate, avec un réactif de formule III



Dans laquelle R est défini comme précédemment ;

$X_2$  a la même définition que X lorsque  $X_1$  représente une liaison covalente, et  $X_2$  représente une liaison covalente directe entre R et  $Z_1$  lorsque  $X_1$  a la même définition que X ; et  $Z_1$  est un groupement réactif permettant la réaction de  $R-X_2-Z_1$  sur le composé II avec élimination d'un composé  $Z_1H$  et formation d'un composé de formule IV



que, dans le cas où  $y=1$  et  $P_3$  représente le groupement -L-Pro-, on fait réagir le composé de formule IV avec un acide aminé de la série L choisi parmi la valine, l'alanine, la phénylalanine, la leucine, la méthionine et la glycine, ou avec un dérivé d'un desdits acides aminés, (en particulier un dérivé dont le groupement C-terminal est un groupement A tel que défini précédemment), pour obtenir un dérivé de formule I ; puis que l'on transforme, si désiré, le composé obtenu en tout autre composé de formule I selon les méthodes connues, en particulier en remplaçant le groupement terminal A ou  $A_1$  en tout autre groupement terminal répondant à la définition de A donnée ci-dessus.

Dans des modes d'exécution préférés, le procédé d'invention peut encore présenter les caractéristiques suivantes prises isolément ou en combinaison:

- $Z_1$  est par exemple un halogène tel que le chlore ou le brome ;
- pour préparer un composé de formule I pour lequel A représente  $-CH_2OH$ , on peut notamment faire réagir le composé IV (avec  $P_3=L-Pro$ ) avec un dérivé d'acide aminé pour lequel le groupement C-terminal est  $-CH_2OH$  ; on opère par exemple en faisant réagir ledit dérivé (tel que le valinol) en présence de N-méthyl morpholine et de chlorure de t-butyl carbonyle ; voir notamment ANDERSON G.W. et al, J. Am. Chem. Soc., 89, 5012 (1967).

- pour préparer un composé de formule I pour lequel A représente  $-CHO$ , on peut par exemple soumettre un composé de formule I pour lequel A représente  $-CH_2OH$  à l'action d'un agent d'oxydation tel que par exemple le diméthylsulfoxyde (PFITZNER et al, J. Am. Chem. Soc, 87, 7661 (1965) en présence d'un catalyseur approprié comme l'acide phosphorique ou dichloroacétique ; THOMPSON C.R., Biochemistry, 12, 47 (1973) ;

- pour préparer un composé de formule I dans laquelle A représente  $-COCH_2Cl$ , on peut par exemple faire réagir le composé IV ( $P_3=L-Pro$ ) avec un dérivé d'acide aminé dont le groupement C-terminal est  $-CO-CH_2Cl$  ; voir par exemple THOMPSON et al C.R., Biochemistry, 12, 44 (1973).

- pour préparer un composé de formule I pour lequel A représente le groupement ester  $-CO-OY$ , on fait réagir par exemple le composé de formule I ( $A=-CO_2H$ ) avec l'alcool choisi en présence d'un agent déshydratant tel que le

chlorure de thionyle ;

- pour préparer un composé de formule I pour lequel A représente  $-\text{CONH}_2$ , on peut par exemple faire réagir le composé de formule IV ( $\text{P}_3 = \text{L-Pro}$ ) avec un acide aminé dont le groupement C-terminal est  $-\text{CONH}_2$ , par la méthode des anhydrides mixtes ; Thompson et al, Biochemistry, 12, 57 (1973).

Les composés de formule I présentent des propriétés intéressantes. Ils possèdent notamment la double propriété d'inhiber l'activité des protéases du type élastase et de se fixer sur la fibre d'élastine.

En outre, ils n'ont pas de toxicité appréciable aux doses actives. Toutefois les composés de formule I pour lesquels A représente  $-\text{CO}-\text{CH}_2\text{Cl}$  ont une certaine toxicité, généralement à des doses supérieures à 20 mg/Kg, mais ces composés ont une activité inhibitrice des élastases très élevée, de sorte que leur index thérapeutique n'est pas moins favorable que pour les autres composés de formule I.

La présente invention a aussi pour objet l'utilisation des composés de formule I comme inhibiteurs des élastases et/ou protecteurs de la fibre élastique, notamment dans des compositions comprenant un composé de formule I avec un excipient approprié.

Les composés de formule I sont utilisables par exemple comme médicaments à titre de traitement principal ou de traitement complémentaire dans les cas d'artériosclérose, d'emphysème pulmonaire, d'arthrose, de diabète et de certaines tumeurs dans lesquelles les élastases peuvent être impliquées.

Les compositions de l'invention sont notamment des compositions pharmaceutiques caractérisées par le fait qu'elles comprennent à titre d'ingrédient actif au moins un composé de formule I, éventuellement en mélange avec un excipient approprié.

Ces compositions pharmaceutiques sont administrées par voie parentérale, rectale, topique ou orale, ou par inhalation d'aérosols.

A cet effet elles peuvent être présentées sous la forme de solutions aqueuses (solutions injectables ou buvables) ou solutions en conditionnement pressurisé pour aérosols d'émulsions, de préparations semi-solides (crèmes, suppositoires), ou sous forme de poudre lyophilisée à diluer ou contenue dans une capsule ou gélule ingérable.

Dans les compositions pharmaceutiques de l'invention (à l'exception des poudres lyophilisées, les composés de formule I sont présents généralement à une concentration de 0,1 à 5 % en poids.

La posologie dépend notamment en fonction de la voie d'administration et de l'effet thérapeutique recherché. Par exemple chez l'adulte elle peut varier de 50 mg à 5 g de principe actif par jour.

Les composés de formule I présentent également des propriétés intéressantes lorsqu'ils sont appliqués sur la peau, notamment des propriétés d'inhibition de l'élastolyse cutanée. En particulier ils permettent de conserver ou de restaurer la souplesse de la peau et de prévenir ou de retarder la formation de rides notamment sur la peau du visage, du cou et des mains (effet anti-vieillessement), et l'invention a aussi pour objet l'utilisation des composés de formule I dans ce but.

Les composés de formule I sont donc susceptibles d'améliorer l'aspect de la peau et la présente invention a également pour objet des compositions cosmétiques pour la peau, caractérisées par le fait qu'elles comprennent au moins un composé de formule I.

Elles comprennent en outre au moins un adjuvant ou excipient habituellement utilisé dans les compositions cosmétiques pour la peau.

Ces compositions cosmétiques pour la peau peuvent être présentées par exemple sous forme de crème, de gel, d'émulsion ou de solution aqueuse alcoolique ou hydroalcoolique.

La concentration du composé de formule I dans ces compositions pour la peau varie généralement de 0,1 à 2 % en poids.

Les adjuvants généralement présents dans ces compositions cosmétiques sont par exemple des parfums, des colorants, des agents conservateurs, des agents épaississants ou des agents émulsionnants.

Ces compositions pour la peau constituent notamment des crèmes, des laits ou des lotions pour le corps, les mains ou le visage, y compris des crèmes, laits ou lotions anti-solaires.

L'invention a également pour objet un procédé de traitement cosmétique, caractérisé par le fait que l'on applique sur la peau au moins un composé de formule I à l'aide d'une composition cosmétique telle que définie ci-dessus.

Les exemples suivants illustrent l'invention sans toutefois la limiter:

#### EXEMPLE 1

##### Préparation de l'oléoyl-L-Alanyl-L-Alanyl-L-Proyl-L-Alanine

On dissout 3,65g (0,01M) de L-Alanyl-L-Alanyl-L-Proyl-L-Alanine (chlorhydrate) préparé par une méthode connue, dans un mélange de 60ml d'éthanol à 90% et de 3,35g de triéthylamine. On y ajoute sous agitation, à 4°C 1g (0,025M) de chlorure d'oléoyle goutte à goutte pendant 15 minutes puis on agite encore 4 heures à la température ambiante.

On chasse l'éthanol sous vide, on ajoute au résidu 100ml d'eau. On ajuste le pH à 8.5 par l'addition de triéthylamine, on extrait l'excédent d'acide oléique par l'éther de pétrole. On ajuste le pH de la



phase aqueuse à 4 par l'addition d'acide acétique. On extrait l'oléoyl peptide par l'acétate d'éthyle.

On chasse le solvant sous vide. On dissout le résidu dans le minimum d'acétate d'éthyle et on amorce la cristallisation par addition d'éther de pétrole.

F = 115-120°C ;  $\alpha_D = -76^\circ$  (C= 0,5 %, éthanol).

#### EXEMPLE 2

##### Préparation de lauroyl-trialanine

On dissout 1g de Tri-Alanine dans 15ml d'éthanol à 80% en présence de 0,6g (0,83ml) de triéthylamine. On y ajoute goutte à goutte sous agitation à la température ambiante 1,1g (1,19ml) de chlorure de lauroyle.

On abandonne le mélange 2 heures à la température ambiante. On y ajoute 5ml d'eau, on extrait le mélange par l'éther de pétrole, on ajoute à la phase inférieure 30ml d'eau, on laisse reposer 1 heure à la température ambiante. On filtre, on lave les cristaux par l'éther de pétrole et par l'eau.

On recristallise la substance dans l'alcool à 80%.

F: 219°C  $\alpha_D = -86^\circ$  (C= 0,5 %, éthanol).

#### EXEMPLE 3

##### Oléoyl-L-Alanyl-L-Alanyl-L-Prolyl-L-Alaninal.

##### 3a) Oléoyl-Alanyl-Alanyl-proline.

Cette substance est préparée à partir de l'Alanyl-Alanyl-Proline (chlorhydrate) par condensation avec le chlorure d'oléoyle selon un procédé analogue à celui décrit dans l'exemple 1.

##### 3b) Oléoyl-Alanyl-Alanyl-Prolyl-Alaninol.

On dissout 1,04g (2mM) d'oléoyl-Alanyl-Alanyl-Alanyl-Proline dans 20ml de diméthylformamide.

On y ajoute à -15°C 0,24ml (2,2mM) de N-méthyl morpholine et 0,29ml (2,2mM) de chlorure de t-butyl carbonyle. Le mélange est agité 10 minutes à cette température, puis on y ajoute 0,156ml de L-Alaninol. On laisse monter la température à 0°C et on agite le mélange 2 heures à cette température. On laisse reposer la nuit à la température ambiante. On chasse le solvant sous vide, on reprend le résidu dans l'acétate d'éthyle, on lave la phase successivement par eau, par une solution aqueuse acide chlorhydrique à 5% et par une solution aqueuse de carbonate de sodium à 5%.

On chasse le solvant sous vide. On dissout le résidu dans le minimum d'acétate d'éthyle et on amorce la cristallisation par addition d'éther de pétrole (cristaux déliquescents).

$\alpha_D = -72^\circ$  (C = 0,5%, éthanol).

3c) Oléoyl-Alanyl-Alanyl-Prolyl-Alaninal.

On dissout 2,9g (5mM) d'oléoyl-Alanyl-Alanyl-Prolyl-Alaninol dans 18ml de chloroforme. On y ajoute 2ml de diméthylsulfoxyde et 3,1g (15mM) de dicyclohexylcarbodiimide.

Ensuite on ajoute à la solution agitée à 0,86ml (15mM) d'acide phosphorique à 90% dans une heure, distribuée en 6 doses égales.

Après 4 heures d'agitation, on chasse le solvant sous vide. On reprend le résidu dans 30ml de chloroforme et on refroidit la solution à  $-30^\circ\text{C}$ , on essore les cristaux séparément (dicyclohexylurée) et on lave les eaux-mères par l'eau. La substance peut être isolée à partir de la phase aqueuse par chromatographie préparative sur couches minces

$\alpha_D = -70^\circ$  (C = 0,5 %, éthanol)

$R_f = 0,8$ , couche de silice, chloroforme-méthanol = 15:1.

De façon analogue on a préparé les dérivés de formule I suivants:

	F $^\circ\text{C}$	$\alpha_D^*$
Caproyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine	226	-43
Lauroyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine	219	-86
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine	200 (déc)	-60
Stéaroyl- L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine	212	-80
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Alanine	120 (déc)	-76
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Valine	70 (déliqu)	-72
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Alaninol		-72
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Valinol		-70
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Alaninal		-70
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Valinal		-68
Oléoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Proline		

\* C = 0,5 %, éthanol.

Etude des propriétés des composés de formule I.

#### 1. Expériences in vitro

##### 1.a. Interaction de ces composés avec l'élastine soluble.

L'élastine soluble a été purifiée à partir de ligament large de boeuf adulte par la méthode utilisant la soude 0.1N à ébullition.

Préparation of insoluble and soluble elastins. ROBERT L. and HORNEBECK W.

dans "The Methodology of Connective Tissue Research". Ed. D.A. Hall

(Joynson - Bruvvers Ltd, Oxford). pp. 81-104 (1976). Afin d'étudier

l'adsorption des dérivés oléoylés sur ces polymères, les dérivés

oléoylés-(Ala)<sub>2</sub>-Pro-Ala et oléoyl-(Ala)<sub>2</sub>-Pro-Val ont été synthétisées à l'aide d'acide oléique radiomarké.

Ol<sup>\*</sup>-(Ala)<sub>2</sub> Pro Ala Activité spécifique:  $2.3 \cdot 10^3$  cpm/nanomole

Ol<sup>\*</sup>-(Ala)<sub>2</sub> Pro Val Activité spécifique:  $2.2 \cdot 10^3$  cpm/nanomole

Remarque : "Ol" est une abréviation pour : oléoyl.

5 L'élastine (à différentes concentrations) et ces composés radioactifs (à différentes concentrations), sont incubés pendant 24 heures à 37°C dans 1ml d'une solution tampon (100mM tris HCl, CaCl<sub>2</sub> 5mM, NaN<sub>3</sub> 0,02% pH 8,0).

10 Les tubes sont centrifugés à 10.000g et le résidu hydrolysé par de la potasse 1 M en présence de 80% éthanol. La radioactivité contenue dans ces hydrolysats est quantifiée et des résultats exprimés en mmole de substance absorbée par mg d'élastine.

Les résultats obtenus montrent que ces composés se fixent sur l'élastine.

1.b. Ces substances et notamment les dérivés alaninal agissent comme inhibiteurs des élastases.

15 Elastases purifiées utilisées : élastase pancréatique de porc (120 U/mg) et élastase leucocytaire humaine purifiée à partir de la rate.

Concentration molaire de ces enzymes: Elastase pancréatique:  $4 \cdot 10^{-9}$  M

Elastase leucocytaire:  $10 \cdot 10^{-9}$  M

20 L'activité enzymatique de ces élastases est suivie par l'hydrolyse de substrats synthétiques spécifiques: N Succinoyltrialanine-paranitroanilide, Acétyl-bis alanyl-Prolyl-alanine paranitroanilide à une concentration finale de 1,25mM dans un tampon Tris/HCl pH 8 - 8,6. La variation de densité optique à 410nm est suivie directement dans un spectrophotomètre Beckman type Acta C III.

25 Dans les expériences d'inhibition, les composés oléyles sont préincubés 15 minutes avec les élastases avant de déterminer les activités enzymatiques résiduelles.

Les résultats sont résumés dans le tableau 1.

TABLEAU 1

COMPOSE ETUDIE (inhibiteur)	ENZYME	RAPPORT MOLAIRE inh/enz.	POURCENTAGE D'INHIBITION
Ol(Ala) <sub>2</sub> Pro Alanine	Elastase pancréatique	$4.10^4$	15%
Ol(Ala) <sub>2</sub> Pro Alaninal	" "	$4.10^4$	85%
Ol(Ala) <sub>2</sub> Pro Alanine	Elastase leucocytaire	$4.10^4$	5%
Ol(Ala) <sub>2</sub> Pro Valine	"	$4.10^4$	51%
Ol(Ala) <sub>2</sub> Pro Alaninal	"	$4.10^4$	90%

1.c. L'élastine prétraitée avec ces substances est partiellement réfractaire à l'hydrolyse enzymatique par les élastases.

Pour ces expériences, l'élastine a été radiomarquée au borohydrure tritié  $\text{Na B}^3\text{H}_4$ , Act sp.  $1.75 \cdot 10^5$  cpm/mg.

1mg d'élastine est traité par 10ml d'une solution des différents composés dans 1ml de tampon Tris HCl pH 8,0 durant 24 heures; le mélange est centrifugé et l'élastine insoluble lavée avec 1ml de tampon 0.05mg d'élastase pancréatique sont ensuite ajoutés et l'hydrolyse du polymère est quantifiée par la mesure des peptides radioactifs libérés au cours de l'hydrolyse.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 2.

TABLEAU 2

COMPOSE ETUDIE	RAPPORT MOLAIRE INH./ENZ.	% D'INHIBITION PAR RAPPORT AUX TEMOINS SANS PRETRAITEMENT
H(Ala) <sub>2</sub> Pro Valine	$5.10^4$	0
H(Ala) <sub>2</sub> Pro Alanine	$5.10^4$	0
Ol(Ala) <sub>2</sub> Pro Valine	$5.10^4$	46%
Ol(Ala) <sub>2</sub> Pro Alanine	$5.10^4$	98%

2. Etude in vivo de l'action inhibitrice de l'oléoyl-bis  
alanyl-Proline-Alanine envers la dégradation enzymatique des fibres élas-  
tiques cutanées induite par injection intradermique d'élastase pancréati-  
que.

Pour ces expérimentations, de jeunes lapins de Garenne (1 mois) ont été utilisés, 3 types d'injections intradermiques (volume:0.25ml; solvant: Tampon phosphate pH 7,0) ont été pratiquées dans le dos des animaux d'expérience.

1. Injections témoins: Injection de 0.25ml de tampon phosphate seul
2. Injections d'élastase pancréatique de porc: 10 microgrammes (1.2 unités  $4.10^{10}$  mole) dans 0.25ml de tampon.
3. Injections de 50-250 microgrammes d'Ol-(Ala)<sub>2</sub>-Pro-Ala ( $8.10^{-8}$  -  $3.10^{-7}$  mole) dans 0,25ml de tampon suivi d'une injection au même site de 10 microgrammes (1.2 unités,  $4.10^{-10}$  mole) d'élastase pancréatique dans 0,25ml de tampon.

Les différents échantillons de peau de lapin sont ensuite traités en histologie afin de permettre la visualisation des fibres élastiques.

L'observation histologique et des études de morphométrie quantitative font apparaître:

- que 40-60% du tissu élastique sont préservés dans le cas du prétraitement avec le dérivé oléoylé (Rapport molaire inhibiteur/enzyme=  $2.10^2$ ).

- que 60-80% du tissu élastique sont préservés dans le cas du prétraitement du tissu avec le dérivé oléoylé (Rapport molaire inhibiteur/enzyme= $10^3$ ).

CONCLUSIONS:

a) Les substances étudiées :

01-(Ala)<sub>2</sub>-Pro-Ala,

01-(Ala)<sub>2</sub>-Pro-Val,

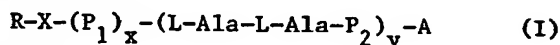
5 01-(Ala)-Pro-Ala-CHO

agissent comme inhibiteurs des élastases;

b) Ces composés se lient à l'élastine, et sous forme absorbée  
aux fibres élastiques, sont capables de diminuer considérablement  
l'action élastolytique des élastases, et cela aussi bien in vivo qu'in  
10 vitro.

REVENDICATIONS

1. La présente invention a donc pour objet de nouveaux lipopeptides de formule générale:



5 dans laquelle:

x et y représentent indépendamment le nombre 0 ou 1, mais ne peuvent pas être nuls simultanément ;

R représente le reste acyle d'un acide carboxylique hydrophobe tel qu'un acide carboxylique aliphatique ayant 6 à 25 atomes de carbone et pouvant renfermer éventuellement 1 à 5 doubles liaisons, d'un acide carboxylique alicyclique ayant 6 à 25 atomes de carbone, d'un acide arylcarboxylique ou d'un acide carboxylique arylaliphatique dont le groupement aryle comprend 1 à 2 cycles et dont le groupement aliphatique comprend 1 à 18 atomes de carbone, les groupements aromatiques desdits groupements aryle ou arylaliphatique étant éventuellement substitués ;

P<sub>2</sub> représente un résidu d'acide aminé ou de dipeptide, relié par son extrémité N-terminale au groupement L-Ala adjacent, choisi dans le groupe constitué par les acides aminés et dipeptides suivants :

-L-Ala-, -L-Val-, -Gly-, -L-Mét-, -L-Leu-, -L-Pro-L-Val-, -L-Pro-L-Ala-,  
20 -L-Pro-L-Phé-, -L-Pro-L-Leu-, -L-Pro-L-Mét- et -L-Pro-Gly- ;

P<sub>1</sub> (lorsque y est égal à zéro) représente un reste polypeptide à base d'acides aminés de la série L à caractère anionique choisis parmi la lysine, l'arginine et l'ornithine ;

P<sub>1</sub> (lorsque y est différent de zéro) représente un résidu d'acide aminé ou d'oligopeptide formé de 2 à 8 aminoacides de la série L, lesdits aminoacides étant choisis dans le groupe constitué par la glycine, l'alanine, la valine, la méthionine, la leucine, l'isoleucine, la proline, la phénylalanine, la sérine, la cystéine, la cystine, l'arginine, la tyrosine, l'ornithine, la lysine et l'acide glutamique,

30 étant entendu que P<sub>1</sub> est relié à RX- par son groupement N-terminal et que P<sub>2</sub> est relié à A par son groupement C-terminal,

Ala est la représentation conventionnelle de l'alanine,

X représente une liaison covalente directe reliant R soit le groupement N-terminal (-NH-) du premier aminoacide de P<sub>1</sub> (cas où x=1) soit au groupement N-terminal (-NH-) du premier groupement Ala représenté à gauche sur la formule I (cas où x = 0),

ou bien X est un groupement divalent ayant 2 à 10 atomes de carbone jouant le rôle de "bras" entre le groupement R et le reste de la molécule de formule I,

40 et A représente la partie C-terminale du peptide

$-(P_1)_x-(Ala-Ala-P_2)_y-A$ , A étant choisi parmi un groupement carboxylique  $-CO_2H$  ou ses dérivés,  $-CHO$ ,  $-CONH_2$ ,  $-COCH_2Cl$  et  $-CH_2OH$ .

2. Lipopeptides selon la revendication 1, caractérisés par le fait que R représente le reste acyle d'un acide gras ayant 6 à 20 atomes de carbone, tel que l'acide laurique ou l'acide oléique, le reste de l'acide chénodéoxycholique ou de l'acide cholique, ou le reste acyle d'un acide phénylalcanoïque éventuellement substitué sur le noyau benzénique.

3. Lipopeptides selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisés par le fait que X est un groupement  $-Z-(CH_2)_n-CO-$ , Z représentant  $-O-$  ou  $-NH-$ , n étant un nombre entier variant de 5 à 20.

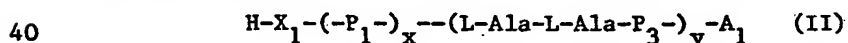
4. Lipopeptides selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisés par le fait que l'oligopeptide que représente  $-(P_1)_x-(L-Ala-L-Ala-P_2)_y-$  lorsque  $y = 1$ , ne possède pas plus de 10 aminoacides.

5. Lipopeptides selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisés par le fait que A représente un groupement  $-CO-OY$ , Y étant un groupement aliphatique, aryle ou arylaliphatique éventuellement substitué.

6. Lipopeptides selon la revendication 1, caractérisés par le fait qu'ils sont choisis parmi les suivants :

- oléoyl-L-Alanyl-L-Alanyl-L-Prolyl-L-Alanine ;
- lauroyl-trialanine ;
- Oléoyl-Alanyl-Alanyl-Proline ;
- Oléoyl-Alanyl-Alanyl-Prolyl-Alaninol ;
- Oléoyl-Alanyl-Alanyl-Prolyl-Alaninal ;
- Caproyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine ;
- Lauroyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine ;
- Stearoyl- L-Alanyl- L-Alanyl- L-Alanine ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Proline ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Alanine ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Valine ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Alaninol ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Valinol ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Alaninol ;
- Oleoyl - L-Alanyl- L-Alanyl- L-Prolyl- L-Valinal.

7. Procédé de préparation des lipopeptides selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on utilise comme produit de départ un composé de formule générale II





dans laquelle  $X_1$  a la même définition que X ou bien représente une liaison covalente directe entre H- et  $-P_1-$  ;

$P_3$  a la même définition que  $P_2$ , ou  $P_3$  représente un groupement -L-Pro-, ou bien  $P_3$  représente une liaison covalente directe entre  $A_1$  et le groupement -L-Ala- immédiatement adjacent ;

$A_1$  représente un groupement  $-CO_2H$ ,  $-CO-OY$  (Y étant défini comme précédemment),  $-CHO$  ou  $-CONH_2$  ;

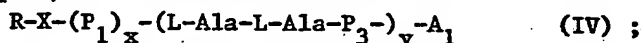
et x et y sont définis comme précédemment ;

que l'on fait réagir ledit produit de départ, éventuellement présent sous la forme d'un sel d'addition comme le chlorhydrate, avec un réactif de formule III



dans laquelle R est défini comme précédemment ;

$X_2$  a la même définition que X lorsque  $X_1$  représente une liaison covalente, et  $X_2$  représente une liaison covalente directe entre R et  $Z_1$  lorsque  $X_1$  a la même définition que X ; et  $Z_1$  est un groupement réactif permettant la réaction de  $R-X_2-Z_1$  sur le composé II avec élimination d'un composé  $Z_1H$  et formation d'un composé de formule IV



que, dans le cas où  $y=1$  et  $P_3$  représente le groupement -L-Pro-, on fait réagir le composé de formule IV avec un acide aminé de la série L choisi parmi la valine, l'alanine, la phénylalanine, la leucine, la méthionine et la glycine, ou avec un dérivé d'un desdits acides aminés, (en particulier un dérivé dont le groupement C-terminal est un groupement A tel que défini précédemment), pour obtenir un dérivé de formule I ; puis que l'on transforme, si désiré, le composé obtenu en tout autre composé de formule I selon les méthodes connues, en particulier en remplaçant le groupement terminal A ou  $A_1$  en tout autre groupement terminal répondant à la définition de A donnée ci-dessus.

8. Utilisation des lipopeptides tels que définis dans l'une quelconque des revendications 1 à 6 comme inhibiteurs des élastases et/ou comme protecteurs de la fibre élastique.

9. Utilisation selon la revendication 8, caractérisée par le fait que l'on utilise lesdits lipopeptides comme inhibiteurs de l'élastase de la peau et comme protecteurs de la peau.

10. Utilisation selon la revendication 9, caractérisée par le fait que l'on applique lesdits lipopeptides sur la peau en vue de conserver ou de restaurer la souplesse de la peau et de prévenir ou de retarder la formation de rides.

11. Compositions inhibitrices des protéases du type élastase et/ou

protectrices de la fibre élastique, caractérisées par le fait qu'elles contiennent au moins un lipopeptide tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 6, en mélange avec un excipient approprié.

- 5 12. Compositions selon la revendication 11, caractérisées par le fait qu'elles constituent une composition pharmaceutique contenant ledit lipopeptide comme ingrédient actif, ladite composition étant utilisable notamment à titre de traitement principal ou complémentaire de l'artériosclérose, de l'emphysème pulmonaire, de l'arthrose, du diabète et de certaines tumeurs dans lesquelles les élastases sont impliquées.

- 10 13. Compositions selon la revendication 11, caractérisées par le fait qu'elles constituent une composition cosmétique contenant comme ingrédient actif au moins un desdits lipopeptides, en combinaison avec un excipient habituellement utilisé dans les compositions cosmétiques pour la peau.